

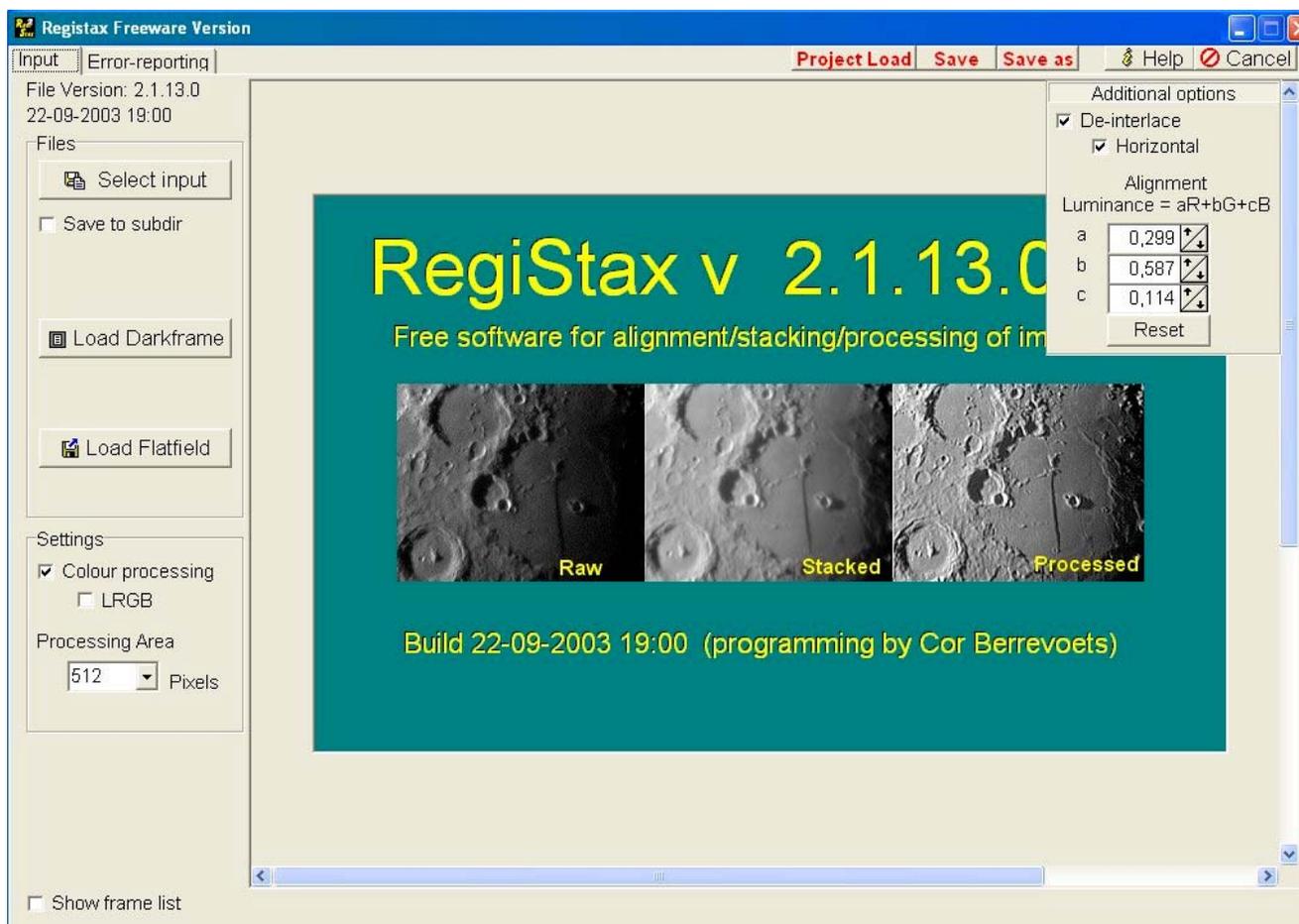


REGISTAX – программа для выравнивания, сложения и обработки изображений в форматах BMP, JPEG, FITS, TIFF или серии кадров AVI.

Автор программы: **Cor Berrevoets**

<http://aberrator.astronomy.net/registax/>

Стартовое окно программы:



Общие сведения

Project Load (Загрузить проект)

Эта функция служит для восстановления предварительно сохраненных установок и информации об изображениях. Загрузка проекта возвратит вас к той стадии работы над проектом, на которой вы раньше остановились. Можно загружать как файлы проектов (в формате **RSP - RegiStax Projectfile**), так и предварительно сохраненные списки кадров.

Save Project (Сохранить проект)

Эта функция позволяет сохранить большую часть текущих установок программы и информацию, необходимую для обработки изображений. Так, если вы выровняли кадры, информация будет сохранена. Если кадры уже сложены, и эта информация будет сохранена. Данная функция позволяет прервать работу над серией и вернуться к ней позже. Файлы проектов представляют собой простые файлы, форматированные в ASCII с расширением ***.rsp (RegiStax Projectfile)**

Save as Project (Сохранить проект как) - (применяется только для AVI- файлов)

Текущие установки можно сохранить в виде файла с "логичным" именем. Дато-временные характеристики съёмки AVI-файла сохраняются в формате (**_yyuymmdd_hhmmss**). Перед датой и временем можно добавить название объекта. Будет создан файл проекта с таким именем, а исходный файл тоже будет переименован. Это сделано для удобства работы с файлами.

Input (Ввод)

Select input (Выбор ввода)

После нажатия этой кнопки открывается окно выбора файлов нужного типа – видео (AVI) или группы отдельных кадров (BMP, JPEG, FITS, TIFF).

Галочка в окошке **Save to subdir** (Сохранить в папку) активизирует указатель выбора папки, в которой будут сохраняться результаты.

Load Darkframe (Загрузить темновой кадр)

После нажатия кнопки появляется окно выбора темнового кадра в форматах 24-разрядного BMP, FITS или специального FITS программы Registax.

После выбора кадра над кнопкой появляется окошко **Use darkframe** (Использовать темновой кадр), галочка в котором активизирует применение темнового кадра.

Load Flatfield (Загрузить кадр равномерно освещенного поля)

После нажатия кнопки появляется окно выбора кадра равномерно освещенного поля ("плоского поля"). Форматы кадра – такие же, как и для темнового кадра. После выбора кадра над кнопкой появляется окошко **Use flatfield** (Использовать "плоское поле"), галочка в котором активизирует его использование.

Settings (Установки):

Colour processing (Цветная обработка)

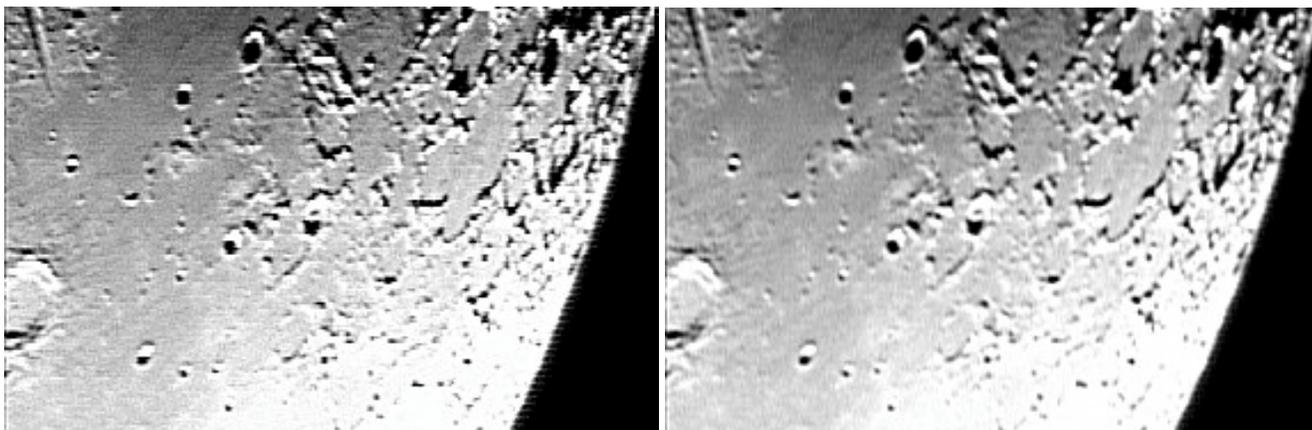
LRGB – обработка файлов в формате FITS (16-битных или 32-битных черно-белых)

Processing area (Рабочая зона) – определяет размер части кадра, участвующей в работе программы (от квадрата 128 x 128 пиксел до полного кадра). Чем меньше размер рабочей зоны, тем больше скорость обработки.

Show frame list (Показать список кадров) – активизация этой опции выводит на экран окно со списком всех выбранных кадров или кадров в файле AVI. Первоначально все кадры отображаются с зелеными галочками в окошках, то есть считаются выбранными для обработки. Одновременно в нижней части экрана появляется зеленый квадратик и ползунок, под которым указано общее количество выбранных кадров и номер кадра, отображаемого в окне программы. Выбирать кадры для отображения можно как двигая указатель ползунка, так и выделяя нужный кадр в окне списка. Кадры плохого качества можно отбраковывать вручную, убирая галочку в окошке, при этом цвет квадрата возле ползунка меняется на красный.

Additional Options (Дополнительные опции):

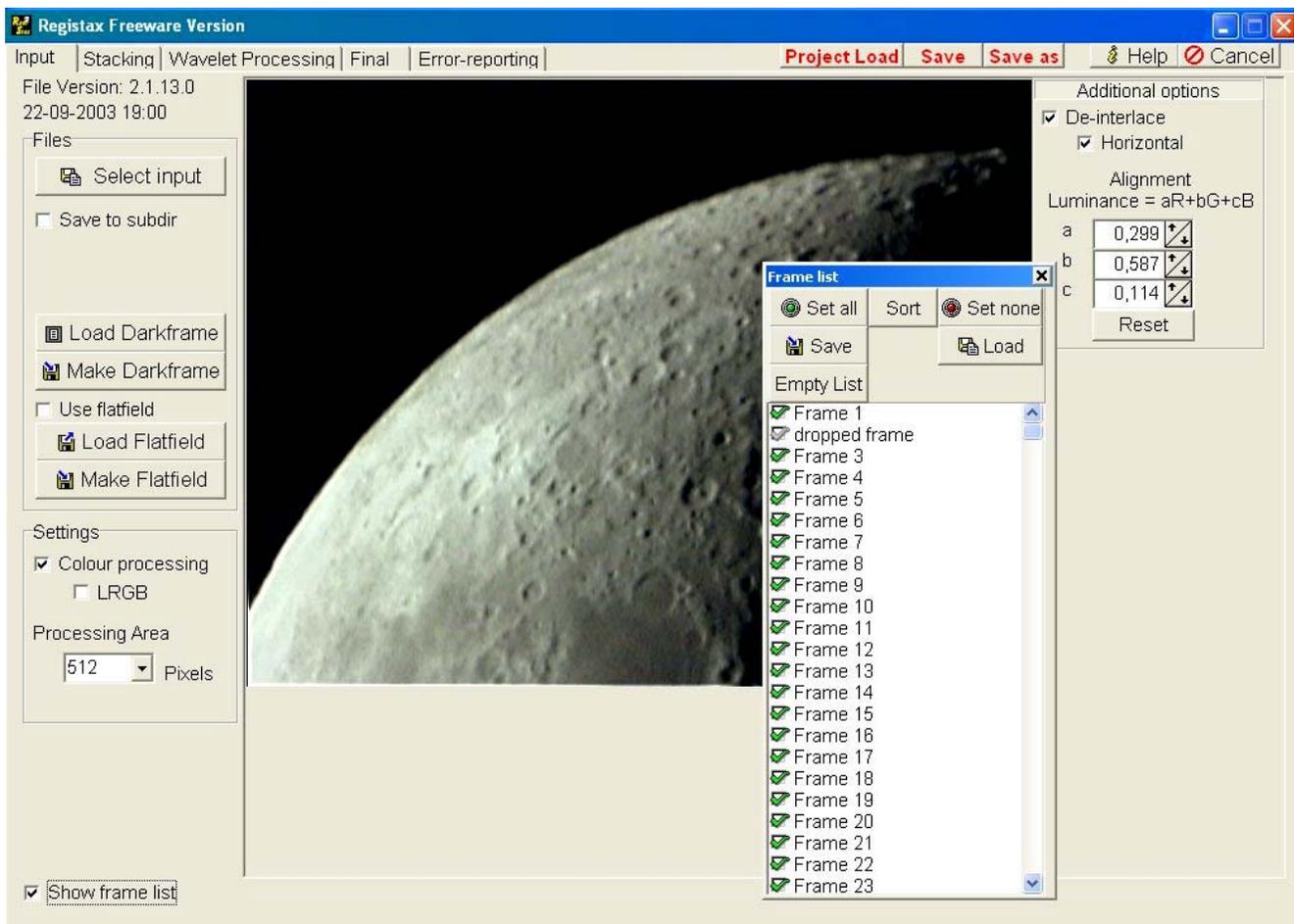
De-interlace – активизация этой функции позволяет удалять помехи, вызванные чересстрочной разверткой при съемке цифровыми видеокамерами, web-камерами и т.п. Особенно полезна при обработке кадров, на которых видны полосы в зонах с высокой контрастностью. На левом рисунке – результат обработки без включения этой функции, на правом – с включенной:



Alignment Luminance (Выравнивание Яркости) - яркость цветowych каналов при выравнивании оценивается по формуле $aR + bG + cB$ с заданными исходными значениями коэффициентов 0,299 для красного канала, 0,587 для зеленого и 0,114 для синего. Эти значения выбраны в силу того, что информативность в разных каналах неодинакова.

Если на ваш взгляд какой-либо канал более предпочтителен с точки зрения его качества, коэффициент для него можно увеличить. На цветопередачу это не повлияет – коэффициент будет учитываться только при состыковывании кадров. Кнопка **Reset** возвращает исходные параметры.

Начало работы



1. Выберите AVI, или серию кадров BMP, JPG, FIT или TIFF

Внимание: все кадры BMP, JPG, FIT и TIFF должны быть одного размера!

Начните с нажатия кнопки **Select Input**. Выберите файл AVI или нужную серию кадров других форматов.

а) При выборе **AVI**, можно выбрать какой-либо один файл (ограничение по количеству кадров =**5000**; по объёму файла - **2Gb**); первый кадр файла появится в окошке предварительного просмотра диалогового окна. Для выбора файла достаточно щелкнуть по его имени.

б) При выборе **BMP/JPEG/FITS/TIFF**, воспользуйтесь удержанием кнопок **Ctrl** или **Shift**. Можно также воспользоваться функцией **drag&drop** в Проводнике. Число кадров тоже ограничено **5000**. Начиная с версии 2.1 можно не обращать внимание на способ выбора файлов для обработки – кнопка **Sort** упорядочивает файлы по их именам.

с) При работе с форматами **FITS** (16-битными или 32-битными черно-белыми) можно напрямую задавать параметры для сохранения файлов в соответствующих цветных слоях для работы с цветом.

В этом случае их имена должны иметь в конце **_R** для Красного, **_G** для Зеленого и **_B** для Синего (например: [Marsimage_B.fit](#)). Можно также напрямую добавить слой яркости с окончанием **_L.fit** (все кадры должны быть одного размера!!).

После этого программа сама переходит в режим обработки **LRGB** (подробности в разделе, посвященном сложению и работе с вейвлетами).

Версия 2.1 корректно читает и такие записи имен файлов: [myfile.red.fit](#), [myfile.green.fit](#), [myfile.blue.fit](#), [myfile.lumincance.fit](#).

Для каждого цветового слоя можно выбирать разное количество кадров, но для того, чтобы получить нормальное цветное изображение, их число должно быть для всех слоев одинаковым, иначе придется изменять цветовой баланс с помощью гистограммы.

d) Файлы **TIFF** – предназначены для обработки высококачественных (48-битных) файлов. Остальные TIFF-файлы тоже могут быть обработаны, но лучше работать с ними, как с простыми BMP-файлами. Также частично поддерживаются сжатые TIFF-файлы.

2. Определение Рабочей Зоны

Поскольку данная версия поддерживает размер кадров до **4096x4096** пиксел, в ней применена новая система работы с памятью – вместо того, чтобы работать с полным изображением, напрямую обрабатывается только зона, размер которой определяется пользователем.

Остальная часть изображения (если оно больше рабочей зоны) обрабатывается в конце, нажатием одной кнопки. Размеры рабочей зоны выражены в пикселах.

Увеличение ее ведет к дополнительной загрузке памяти, а уменьшение – к экономии памяти, но к большей сегментации.

Размер зоны по умолчанию - **512x512**. Применение больших значений может замедлить скорость обработки.

3. Установка режимов цвета и LRGB

Черно-белые кадры можно обрабатывать и в цветном режиме, но это только замедлит скорость обработки. Если же обработать цветные кадры в черно-белом режиме, то восстановить их цвет по окончании обработки будет невозможно.

Режим обработки **LRGB** является новшеством – в нем на основе каналов **RGB** цветных кадров создается канал яркости **L**, полезность которого проявляется при работе с вейвлетами.

4. Выбор/исключение кадров

Активизация окошка **Show frame list** выведет на экран список кадров и их имена (для форматов **bmp,jpg,fit** или **tiff**).

Выбирать или удалять кадры можно или кликая мышкой по окошкам с галочками, или нажатием клавиши **Пробел** при выделении кадров.

Удерживая клавиши **Ctrl** или **Shift** можно выбирать несколько кадров сразу.

Тот же эффект достигается и выбором группы кадров и двойным щелчком по последнему кадру из выбранной группы.

Кнопка **Set All** позволяет выбрать все кадры из списка, а кнопка **Set none** – удаляет все.

В рабочем окне каждый раз показывается выделенный в настоящий момент кадр. Его статус обозначается следующим образом: зеленым цветом квадрата возле ползунка - для выбранных; красным – для удаленных; и серым – для кадров, пропущенных при съемке AVI.

Если окно списка кадров не активизированно, выбор и удаление кадров можно делать передвижением этого ползунка и нажатием клавиши **Пробел**.

Можно также сохранять кадры и названия (только **bmp/jpeg** и **fits**) в списке для дальнейшего использования (и загружать их или в виде проекта или из диалогового окна списка кадров).

В версии 2.1 можно сортировать названия кадров (но не в AVI) по алфавиту.

5. Использование Темнового кадра и кадра равномерно освещенного поля (Darkframe/Flatfield)

В некоторых случаях бывает необходимо использовать темновой кадр для удаления "горячих" пиксел и кадра равномерно освещенного поля для борьбы с виньетированием. В качестве формата кадров **darkframe** и **flatfield** используется **BMP**, а лучше **FITS**.

Программа позволяет создавать эти кадры непосредственно из последовательности кадров. Просто загрузите серию и нажмите кнопку **Make Darkframe (Создать Темновой кадр)** или **Make Flatfield (Создать кадр Плоского поля)**.

На практике функции программного создания этих кадров в подавляющем большинстве случаев бесполезны – кадры создаются простым сложением серии. Лучше использовать реальные кадры darkframe и flatfield, полученные по рекомендованным методикам:

Darkframe – закройте трубу телескопа крышкой и сделайте несколько снимков или запишите AVI-файл, используя те же установки, с которыми производилась астросъемка, после этого сложите полученные кадры.

Flatfield – направьте телескоп на равномерно освещенную белую поверхность, находящуюся на некотором удалении, и таким же образом произведите съемку с последующим сложением. Заметьте, что полученные кадры зависят от типа источника искусственного освещения, поскольку они имеют разные спектры излучения.

Второй способ получения Flatfield заключается в том, чтобы направить телескоп вскоре после захода Солнца на ясное равномерно освещенное небо.

Для каждой комбинации оптики (окуляры, линзы Барлоу и т.п.) необходим свой кадр Flatfield.

После создания или загрузки этих кадров можно активизировать их, отметив галочкой в соответствующих окошках (предварительно нажав кнопки **Load Darkframe (загрузить темновой кадр)** и **Load Flatfield (загрузить кадр плоского поля)**).

Эти кадры обязательно должны быть того же размера, что и обрабатываемые!

6. Выбор места привязки

Начните с выбора достаточно хорошего кадра с помощью окна списка кадров или ползунка. После этого определите размер фильтра **быстрого преобразования Фурье (Fast Fourier Transform – FFT)** - 32, 64, 128, или 256 пиксел, и посмотрите (двигая курсором по

кадру), покрывает ли фильтр FFT зону, в которой находится часть кадра, выбранная в качестве места привязки.

Не стоит выбирать размер фильтра настолько малым, чтобы в него не помещался весь объект (конечно, если это не крупномасштабное изображение, занимающее весь кадр например, съемки Луны). Лучше, чтобы объект полностью входил в квадрат фильтра.

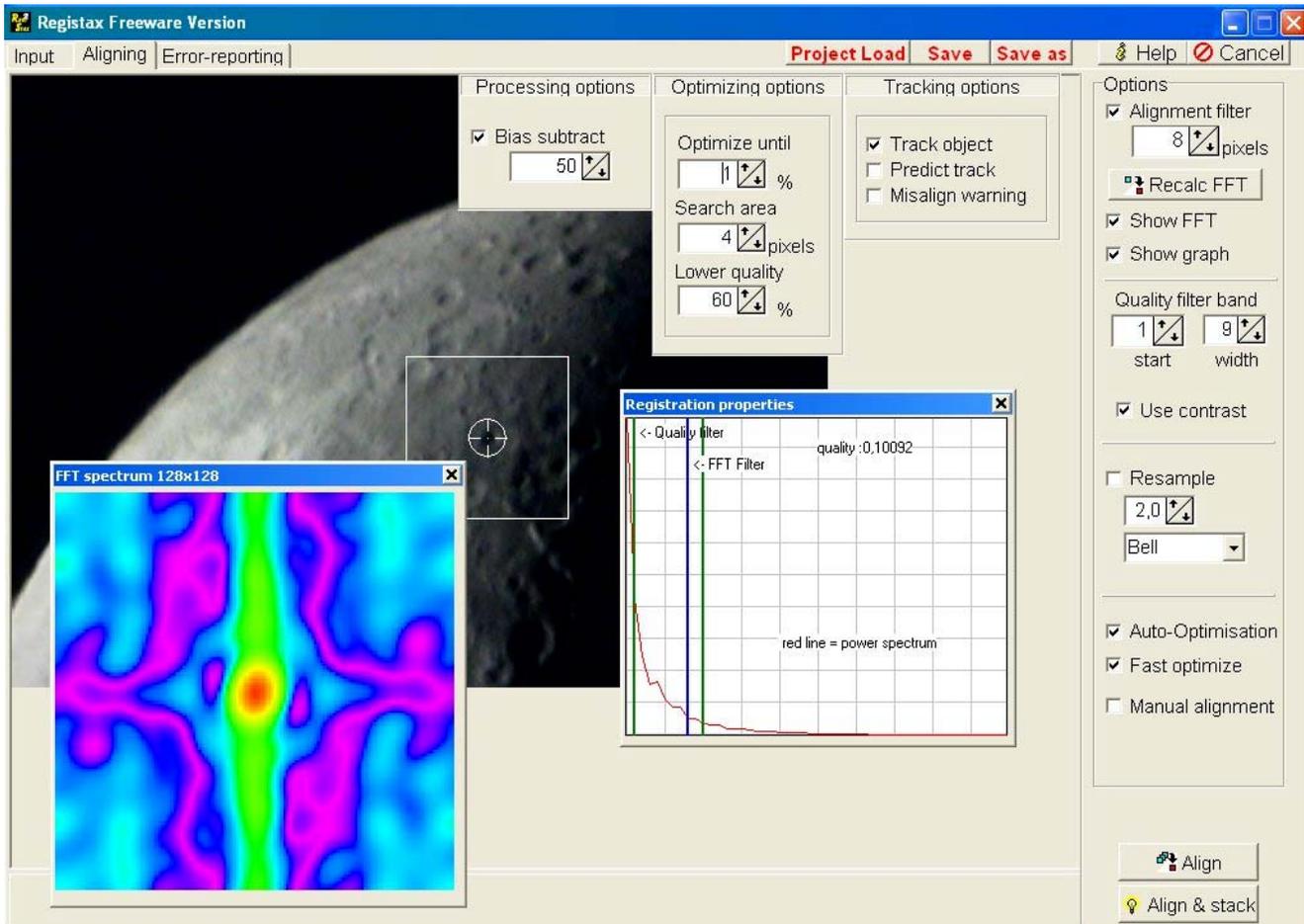
Фильтры FFT небольшого размера лучше использовать для малых объектов, таких как звезды, или спутники Юпитера. Кроме того, старайтесь выбирать объекты со значительным контрастом, имеющиеся на всех кадрах серии. Затем щелкните левой кнопкой мыши. Исключенные кадры и пропущенные при записи AVI не будут использоваться.

Если место привязки будет выбрано слишком близко к краю кадра (менее половины размера фильтра FFT), то курсор изменит вид, и программа откажется установить это место привязки во избежание быстрой потери его при выравнивании кадров.

Примечание: При работе с объектами, движущимися в кадре, рекомендуется выбирать для привязки первый кадр, или один из кадров в начале серии. Размер фильтра FFT в данном случае должен быть больше самого большого скачка объекта в кадре.

После выбора места привязки REGISTAX автоматически перейдет к следующей странице: ***Выравнивание(Aligning)***.

Выравнивание (Aligning)



Новые Опции:

Use contrast (Использовать контраст):

Для лучшей оценки качества выровненных участков кадров используется контраст деталей. Кадры с меньшим контрастом получают более низкую оценку качества. По умолчанию – включена.

Fast optimize (Быстрая оптимизация):

При работе этой опции будут оптимизированы только те кадры, которые действительно этого требуют. В версии 1.1. оптимизировались все кадры подряд, независимо от необходимости. По умолчанию – включена.

Manual alignment (Ручное выравнивание):

При задействовании этой опции поступает запрос на ручной ввод места привязки в каждом кадре. Выравнивание начинается только после нажатия на кнопку **Align** или **Align & stack**. Если снять галочку после выравнивания нескольких кадров вручную, программа продолжит выравнивание автоматически.

Quality filter bandwidth (Ширина полосы фильтра качества):

В предыдущей версии для оценки качества кадров использовалась вся информация о спектре распределения мощности, находившаяся справа от положения зеленой вертикальной линии (в пикселах) в окошке **Registration properties**. Это, правда, порой приводило к искажениям, вызванным высокочастотными шумами. Теперь можно установить ширину полосы фильтра, и снизить вероятность таких искажений. Устанавливайте фильтр так, чтобы левая его линия находилась в месте изгиба спектральной кривой, а правая – чуть правее самой нижней точки изгиба кривой.

1. Выбор фильтра FFT:

Фильтр **FFT** используется для улучшения оценки предварительного выравнивания. Он снижает уровень шума в кадрах, что было бы проблематичным при самом выравнивании.

Взгляните на окошко **Registration properties**. Красная кривая показывает гистограмму спектра распределения мощности сигнала. Значение разрешения на ней возрастает слева направо. Крайняя правая часть относится к самым четким деталям кадра. Установите синюю линию фильтра FFT (в окошке **Alignment filter**) так, чтобы она располагалась намного правее середины изгиба кривой (но не доходя до того места, где красная кривая доходит до нулевых значений оси Y).

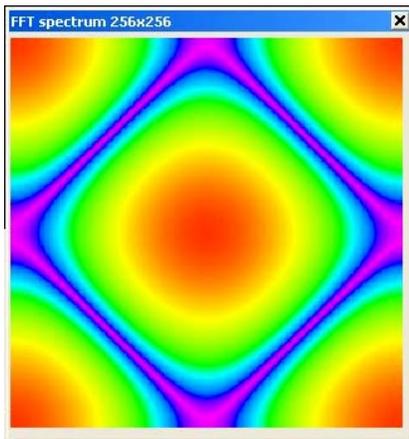
Нажмите кнопку **Recalc FFT (Перерасчет FFT)** и посмотрите, как изменилась цветная картинка спектра FFT. Красная зона в центре изображения показывает зону, расцениваемую программой как пиковую при выравнивании. При обработке эта зона должна представлять собой пятно небольшого размера.

Увеличьте значение фильтра FFT и еще раз нажмите кнопку **Recalc FFT**. Размер красного пятна уменьшится. Таким образом, увеличивая значение фильтра FFT в пикселах, мы уменьшаем размер пятна, соответствующего максимальной точности при обработке, и наоборот.

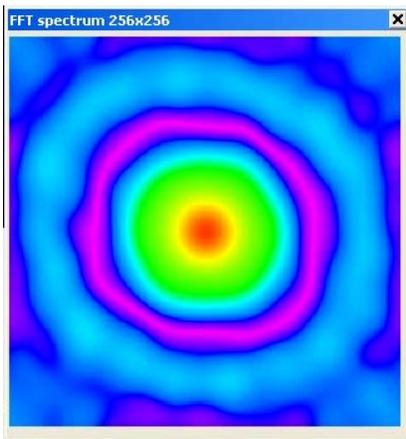
Теперь отключите фильтр (удалив галочку в окошке) и снова нажмите на кнопку **Recalc FFT**. Вы увидите в центре совсем маленькую красную зону (иногда даже всего один красный пиксел), но при этом зачастую появляются и другие зоны, в которых отмечается сравнительно высокая интенсивность сигнала (оранжевого цвета), а это может привести к ошибкам при выравнивании кадров.

Снова включите фильтр FFT, и установите такое его значение, при котором красная зона не будет ни слишком большой, ни слишком маленькой. Однажды выбранные установки фильтра практически не приходится менять при обработке кадров, снятых в сходных условиях.

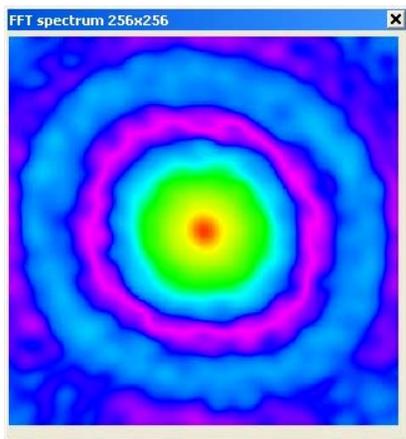
На рисунках показаны картинки, соответствующие установкам фильтра FFT для одного и того же кадра, равным 1, 8 и 15 пикселям:



FFT = 1



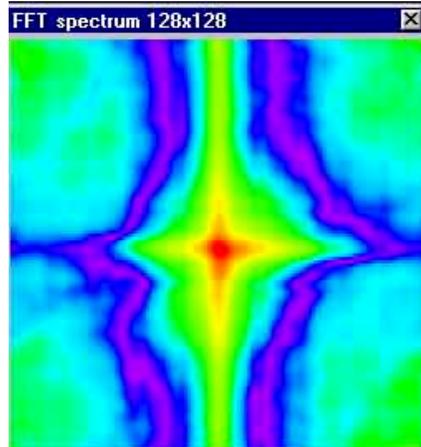
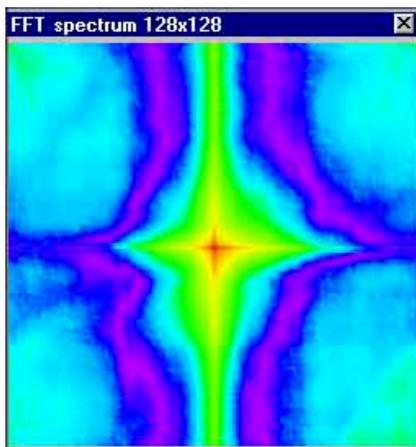
FFT = 8



FFT = 15

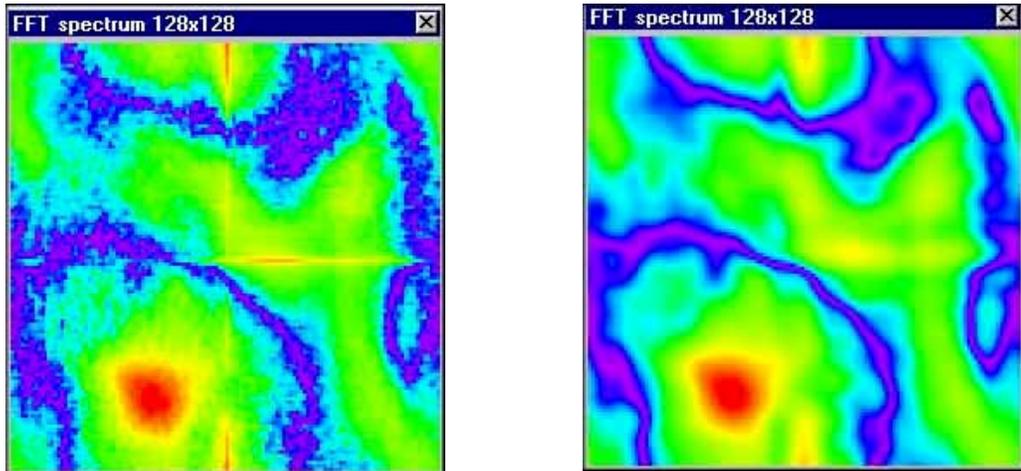
Некоторые замечания к работе с фильтром FFT

В процессе выравнивания кадров исходный кадр и выравниваемый складываются, и полученная информация отображается в виде цветной картинки спектра FFT. Центр изображения соответствует нулевым значениям сдвига кадров по осям X и Y. В случае, если красная зона располагается точно в центре кадра, сдвиг между кадрами отсутствует. Если же красная зона смещена из центра, то явно прослеживается сдвиг кадров. Две следующих картинки спектра на первый взгляд кажутся почти одинаковыми, при этом левая показывает спектр при отключенном фильтре, а вторая – при фильтре 20 пиксел. Однако на первой явно виден красный крест – при этом велика вероятность ошибочного сдвига кадра по осям X или Y из-за ложных пиковых значений. На втором спектре хорошо прослеживается почти идеальный кружок красного цвета, что намного повышает точность и надежность оценки сдвига при выравнивании кадров.

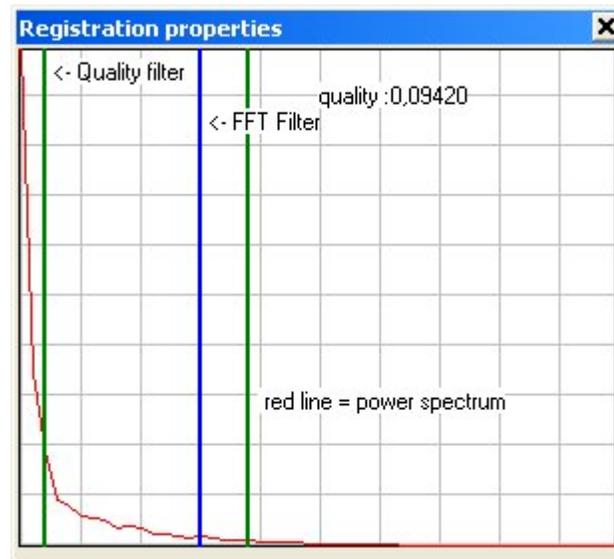


Следующие две картинки иллюстрируют действие фильтра еще нагляднее. На левой также показан спектр без фильтра, на правой – с фильтром. На левой картинке хорошо видны следы высоких уровней

помех по оси Y, что повышает вероятность ошибок при выравнивании. На правой же отчетливо выделяется одна красная зона, и вычисление её центра для выравнивания не должно вызвать затруднений.



2. Выбор фильтра оценки качества (Quality Filter Band)



Этот фильтр работает во многом подобно фильтру FFT. На основе спектра распределения мощности рассчитывается отношение суммы значений в полосе между двумя вертикальными зелеными линиями к сумме всех значений графика.

Чем резче/четче кадры, тем ярче выражены правые "хвосты" графика, и тем большую длину они имеют. Изменяя ширину полосы фильтра, установите значение этого отношения (**quality: ...** в окне **Registration properties**) в пределах 0.1 - 0.2.

Более высокие значения приведут к тому, что разница в оценке качества будет невелика, а более низкие – к снижению точности оценки качества.

Учтите, что машинная оценка качества никогда не заменит человеческий глаз, хотя при дальнейшей обработке благодаря ей придется отбрасывать меньше кадров, а оптимизация также улучшит последующее выравнивание.

3. Применение опции Слежения (**Tracking**)

Если эта опция включена, программа будет отслеживать перемещение объекта по кадрам. Перемещения объекта по такой траектории отслеживаются без особых проблем, если скорость их не слишком велика.

Наибольший "скачок" объекта в кадре, с которым программа работает безошибочно, составляет примерно половину размера рабочей зоны (в пикселах).

В тех случаях, когда объекты двигаются по некоторой устойчивой траектории с большой скоростью, можно включить функцию **Predict track** (Предсказать перемещение).

Если же перемещения объекта в кадре носят более случайный характер, не используйте опцию **Predict track**, а лучше увеличьте размер рабочей зоны и значение фильтра FFT.

Если включить опцию **Misalign warning** (предупреждение о потере привязки), то при потере объекта появится диалоговое окошко программы с требованием установить привязку вручную.

4. Автоматическая оптимизация (**Auto-Optimisation**):

Установки параметров этой опции проводятся в трех окошках панели **Optimizing options**. В процессе оптимизации разница между обрабатываемым кадром и исходным высчитывается по пикселям и сводится к минимуму.

Значения в окошке **Optimize until** (оптимизировать до) (%) означают, что программа произведет столько циклов оптимизации, сколько потребуется для того, чтобы разница между полученными в результате изменениями была меньше указанного числа.

Во время оптимизации программа производит поиск наилучшего совпадения кадров в пределах квадрата, задаваемого в окошке **Search area** (зона поиска). И, наконец, в окошке **Lower quality** можно задать значение наихудшего (по отношению к выбранному) кадра, который будет учитываться при оптимизации, а в дальнейшем и при сложении.

Если принять это значение равным 0, то в оптимизации будут участвовать все кадры, а если 100, то к обработке будет принят только один выбранный кадр (что вряд ли окажется полезным).

На практике наиболее приемлемым является значение около 75%. Заметьте, что при работе с файлами **FITS** желательно включить их все, установив в окошке как можно меньшее значение.

5. Изменение размеров (**Resampling**):

Эта опция позволяет увеличивать изображения с помощью интерполяции для выравнивания на субпиксельном уровне. Однако её задействование очень сильно замедляет скорость обработки. В последующем, на странице **Wavelet Processing** изображения можно будет вернуть к исходному размеру.

В новой версии тип фильтра интерполяции можно задавать не только на стадии сложения, но и при выравнивании. Используются следующие виды фильтров:

Bell – простой сглаживающий фильтр

B-Spline – без резких переходов, но может вызывать размытие

Lanczos – может вызывать эффект "колец"

Mitchell – без резких переходов, зачастую является неплохим компромиссом между "кольцами" и "размытием"

Размеры каждого кадра при выравнивании и сложении умножаются на коэффициент, задаваемый в окошке **Resample**.

6. Выравнивание и Сложение (**Align & Stack**):

Эта кнопка предназначена для любителей быстрых результатов. После её нажатия начинается полностью автоматизированный процесс выравнивания и оптимизации кадров (если включена опция **auto-optimize**).

После этого программа перейдёт на страницу сложения кадров (**Stacking**) и сложит кадры, оптимизированные согласно заданным установкам.

После сложения программа перейдёт к странице обработки (**Wavelet Processing**).

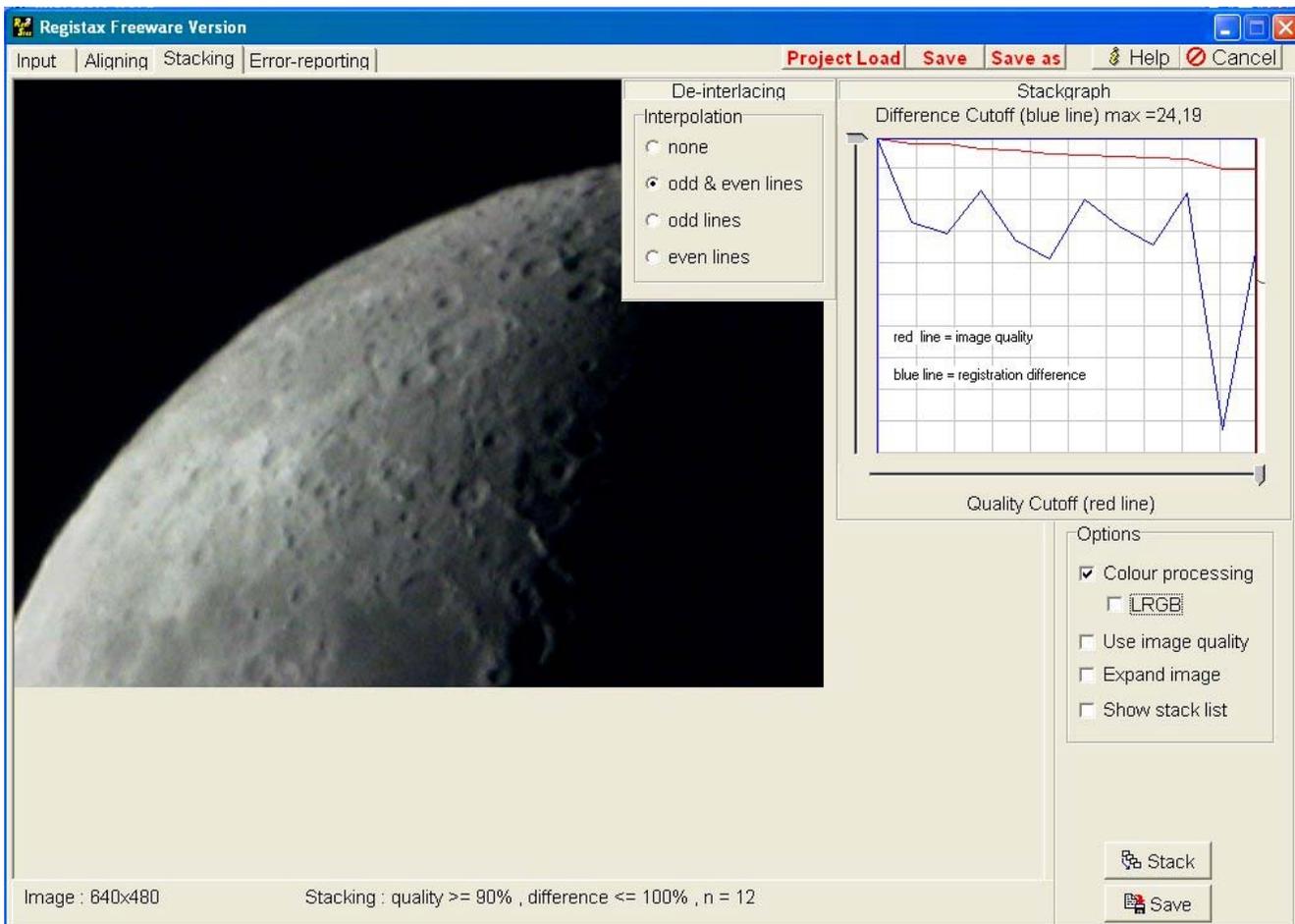
7. Выравнивание (**Align**) *(не используется при работе с кнопкой **Align & Stack**)*

Производит выравнивание и оптимизацию (если выбрана опция авто-оптимизации) кадров. После этого происходит переход к странице сложения кадров.

8. Оптимизация (**Optimize**) *(не используется при работе с кнопкой **Align & Stack**)*

Если режим авто-оптимизации отключен, можно выполнять необходимое количество циклов оптимизации вручную. При этом, конечно, надо включить окошко **Show graph** (показать график), чтобы можно было видеть процесс работы.

Сложение кадров (Stacking)



Цель сложения кадров – повышение соотношения "сигнал-шум" в итоговом изображении. Если используется кнопка **Align & Stack**, то программа проходит этот этап автоматически, переходя непосредственно к странице обработки. Однако, при необходимости, на неё всегда можно вернуться со страницы обработки.

Раскрывающиеся панели:

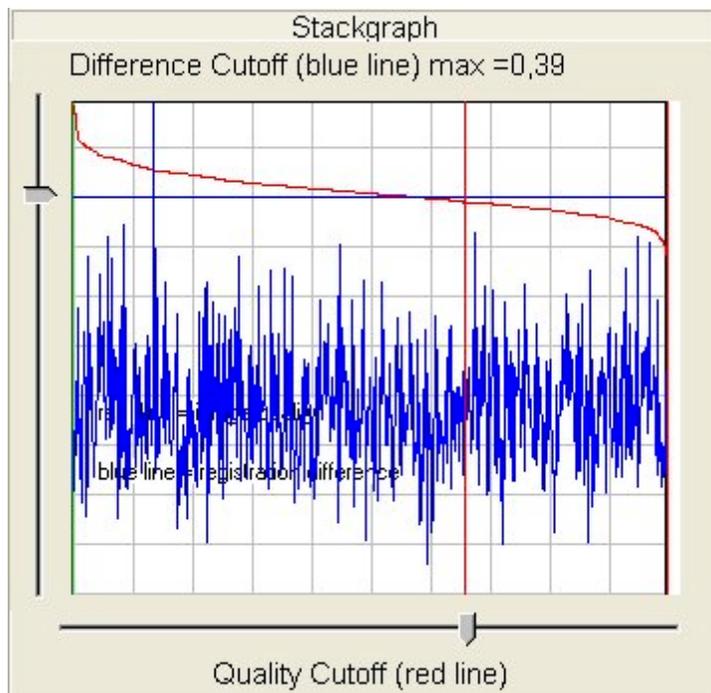
De-interlacing (Удаление помех чересстрочной развертки) (*появляется, если задействована опция **De-Interlace** на странице **Input**)

Сложение при задействовании этой опции идет по полукадрам – по 2 на каждый исходный кадр. При этом можно выбрать один из четырех способов сложения:

- **None** (отсутствует): при этом из каждого полукадра берется только оригинальная информация, после чего чётные и нечётные строки объединяются в одно изображение для сложения.
- **Odd & Even lines** (чётные и нечётные строки): используются оба полукадра, включая интерполированные строки.
- **Odd lines** (нечётные строки): используются только полукадры на базе нечётных строк.
- **Even lines** (чётные строки): используются только полукадры на базе чётных строк.

Как правило, лучшие результаты получаются со способом **Odd & Even lines**, при этом количество кадров, участвующих в сложении, удваивается по сравнению с числом выбранных.

Stackgraph (График сложения)



Слева и внизу графика можно видеть два движка, перемещающие красную вертикальную и синюю горизонтальную линии, ограничивающие зону кадров, выбираемых для участия в процессе сложения.

- **Quality Cutoff (порог качества):** Красная вертикальная линия определяет нижний порог качества кадров, используемых в процессе – красная кривая в верхней части графика показывает распределение кадров по качеству. Сдвигом вертикальной линии вправо до упора можно выбрать все кадры, а перемещение её влево определяет порог качества, ниже которого кадры не будут участвовать в обработке. Не стоит брать в обработку кадры, отмеченные синими пунктирными линиями, поскольку они не прошли оптимизацию, и могут быть смещены относительно выравненных.
- **Difference Cutoff (порог отличий):** Помимо качества изображений используется и параметр отличия кадров в серии от кадра, выбранного в качестве исходного. Если на графике на фоне относительно ровного синего частотокола видны отдельные пики, это означает, что данные кадры чем-то резко отличаются от остальных, поэтому лучше удалить их из числа обрабатываемых, опустив синюю горизонтальную линию ниже этих пиков.

Строка в нижней части страницы отображает выбранные пороги качества и отличий, а также количество кадров из серии, участвующих в формировании конечного результата.

Панель **Options**

- **Colour processing (цветная обработка)** : На этом этапе можно выбирать между обработкой в цветном и черно-белом режимах. Если загружены цветные изображения, то они преобразуются в черно-белые на основе сложения интенсивности по каналам RGB ($0.299 * R + 0.587 * G + 0.114 * B$).
- **LRGB** : Данная опция позволяет вести дальнейшую обработку изображения в режиме LRGB. На странице обработки вейвлетов появится новая панель микшера каналов, с помощью которой можно будет производить микширование канала освещенности $L = a * R + b * G + c * B$. Эта опция позволяет, сохраняя оригинальные цвета, улучшить разрешение, используя как канал L (при обработке файлов FITS его можно загрузить отдельно)
- **Use image quality (использование качества кадра)** : При сложении в качестве весового коэффициента используется значение качества каждого кадра (соответствует значению красной кривой на графике). Если эта опция отключена, то каждый кадр считается равноценным.
- **Expand image (расширение изображения)**: Если задействована эта опция, то итоговое изображение будет увеличено до размера, покрывающего площадь всех суммируемых кадров. Так, например, если происходит обработка двух кадров, смещённых относительно друг друга на 50 пикселей по оси X, то итоговое изображение будет на 50 пикселей шире, чем исходные. Эта опция может оказаться особенно полезной при составлении лунных мозаик. Но при этом надо помнить о том, что краевые зоны, в составлении которых участвует меньшее количество кадров, будут более "шумными".
- **Show stacklist (показать список кадров)**: Включение этой опции позволяет выбирать/удалять отдельные кадры из списка. В нём кадры приведены согласно оценке их качества. Поскольку автоматическая оценка не гарантирует отбор действительно самых качественных кадров, можно удалять попавшие в список кадры, которые невозможно удалить простым перемещением движков **Quality Cutoff** и **Difference Cutoff**. Эта опция действует аналогично одноименной на странице **Input** – она так же показывает соответствующий кадр при перемещении по списку.

Кнопка **Stack** (Сложение)

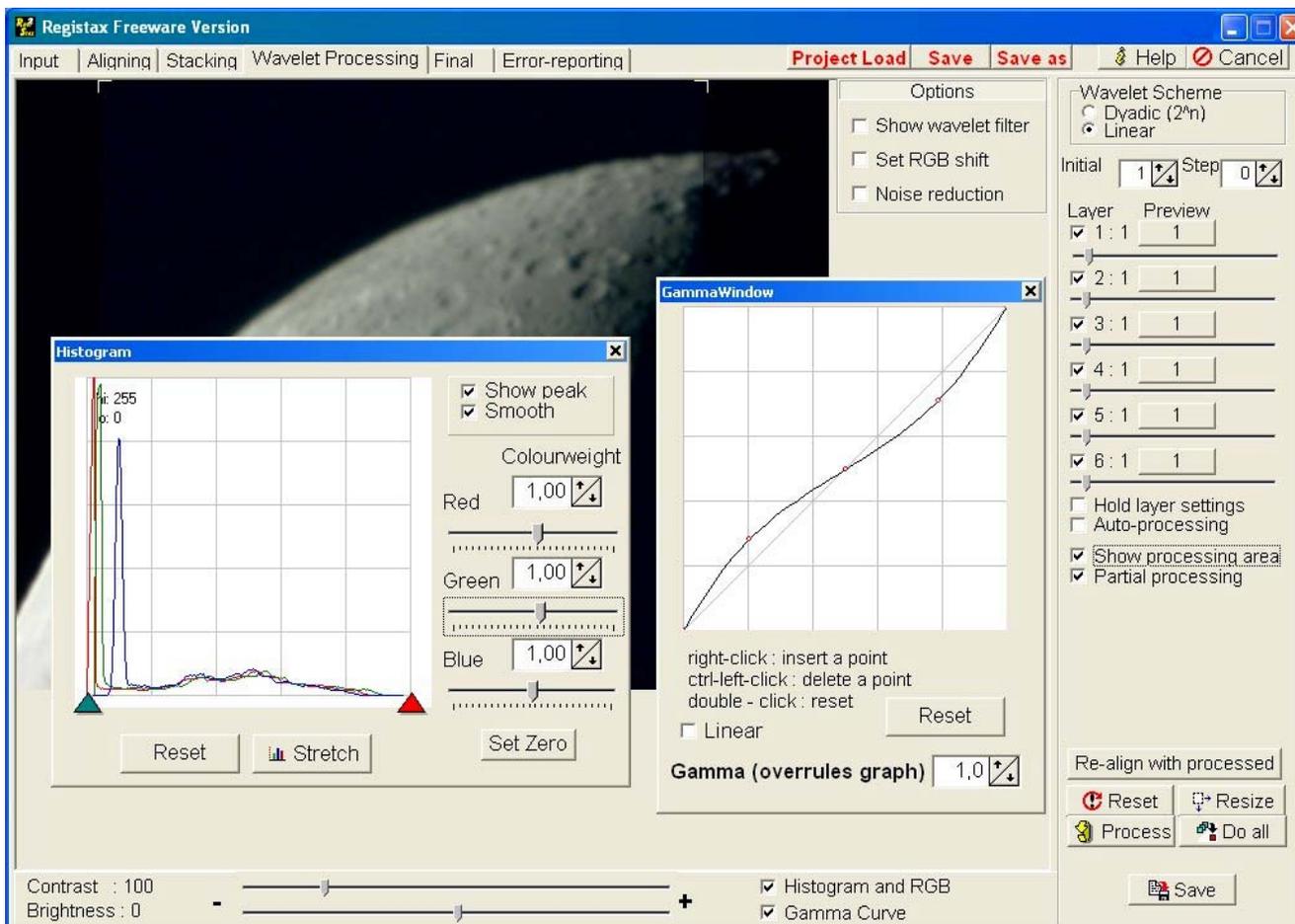
После выбора всех параметров нажатие этой кнопки запускает процесс сложения кадров. По его окончании открывается доступ к следующей странице – **Wavelet Processing (Обработка вейвлетов)**.

Кнопка **Save** (Сохранить)

После сложения можно сохранить полученный результат в виде 8-битного файла BMP/JPEG. Кроме того, его можно сохранить и в виде 16/32-битного файла FITS (если изображение цветное, то оно разбивается на 3 файла с окончаниями названий **_R**, **_G**, **_B**) или в виде 48-битного (3*16 бит RGB) файла TIFF. Сохранение результатов в виде файлов FITS/TIFF может быть полезным для архивирования и дальнейшей обработки.

При обработке **темновых** и **"плоских"** кадров (**darkframes/flatfields**) рекомендуется использование формата **Special Registax Fits**.

Обработка (Wavelet Processing)



Эта страница – самая интересная часть программы- основная творческая работа происходит именно здесь.

Основные функции:

Выбор зоны обработки:

Для ускорения обработки рекомендуется использовать не всё полученное изображение, а только его часть, размеры которой определяются в начале работы с программой.

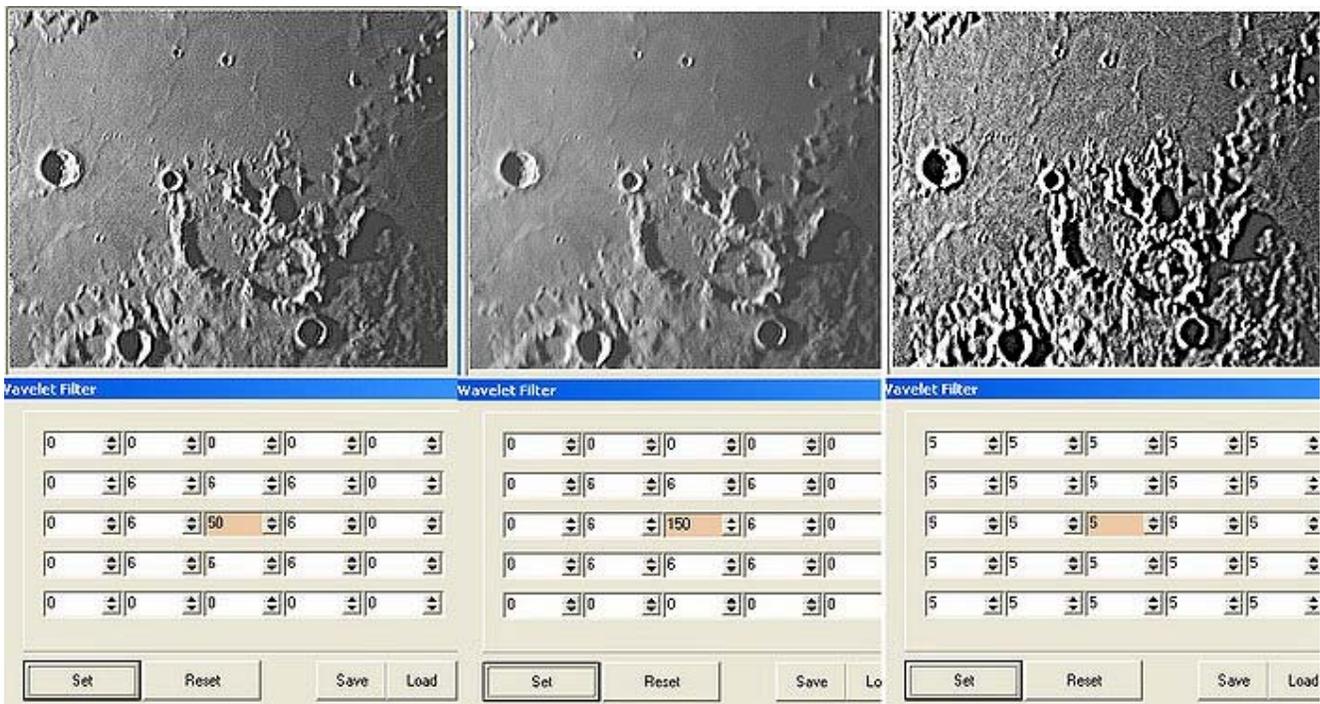
Выбор этой зоны - при включенной опции **Partial processing (частичная обработка)** - производится наведением курсора на точку, которая должна находиться в её центре, и нажатием на левую кнопку мыши.

При необходимости расположение зоны можно сменить. Включив опцию **Show processing area (показать зону обработки)**, можно видеть выделенные углы зоны.

Обработка всего изображения производится нажатием на кнопку **Do_All (Обработать всё)**.

Раскрывающаяся панель **Options:**

Show wavelet filter (Показать фильтр вейвлетов):



Включение данной функции открывает окно, позволяющее устанавливать параметры фильтра для работы со слоями вейвлетов.

Например, если задать одинаковые значения для всех ячеек матрицы фильтра (загрузить фильтр **evenly5x5.rsrf**), то в результате мы получим нерезкую маску 5x5. В предыдущей версии программы маска была стандартной 3x3, и отсутствовала возможность сохранения создаваемых фильтров.

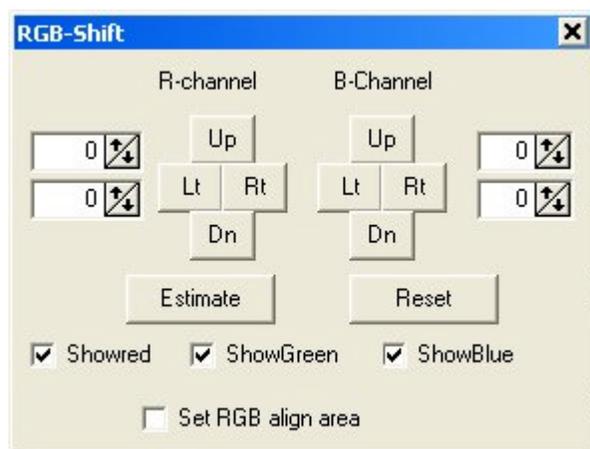
Изменения в значениях матрицы вступают в силу после нажатия кнопки **Set**. Возврат к значениям, заданным по умолчанию, производится кнопкой **Reset**. Создаваемые фильтры можно сохранять в текстовом формате (***.rsf**). Экспериментирование в области создания собственных фильтров может оказаться очень полезным для работы с разными типами изображений.

На картинке показано действие различных фильтров. Левое изображение получено фильтром, установленным по умолчанию. В среднем изображении центральное значение фильтра значительно увеличено, что приводит к осязательному улучшению качества изображения. Правое изображение показывает результат работы равномерного фильтра – в данном случае он работает как обычная **Unsharp Mask**.

Как правило, применение фильтров с увеличенным центральным значением оправданно в случаях, когда исходное изображение само по себе достаточно резкое. Чем сильнее размытость в изображении, тем меньшей должна быть разница между центральным и остальными значениями в маске фильтра.

Set RGB shift (Определение сдвига каналов RGB):

Необходимость появления такой опции вызвана тем, что при съёмке объектов, находящихся невысоко над горизонтом, атмосферная рефракция приводит к смещению красного и синего каналов относительно зеленого. Эта опция позволяет совмещать каналы как автоматически (с помощью кнопки **Estimate**), так и сдвигать красный и синий каналы относительно зелёного вручную.



Опции показа каналов **Showred**, **Showgreen** и **Showblue** (в режиме LRGB – не работают) помогают оценить сдвиг при работе вручную.

Кроме того, с помощью опции **Set RGB align area** (определение зоны выравнивания каналов) можно с помощью курсора выбрать наиболее характерный участок изображения с заметным сдвигом каналов, и выделить его левой кнопкой мыши.

Часто для этой цели подходит участок с яркой освещенностью или край планеты. После выбора зоны ещё раз нажмите на кнопку **Estimate**.

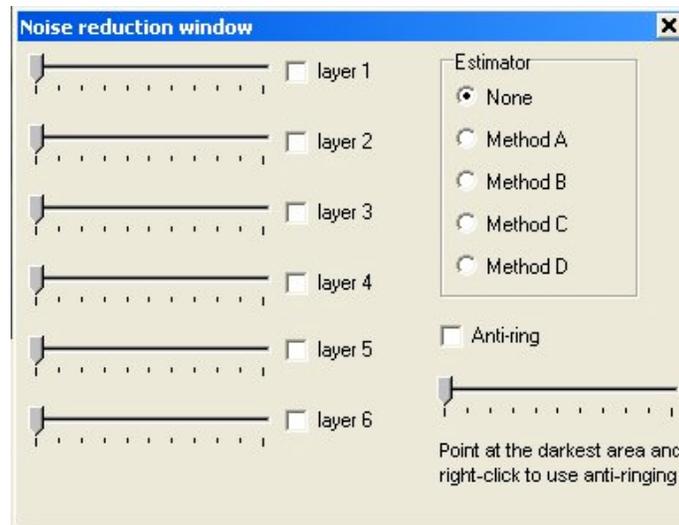
Зачастую ручная корректировка даёт более качественные результаты, чем автоматическая.

При этом не стоит забывать, что хроматическую аберрацию, в результате которой размеры изображений объекта в разных цветовых каналах получаются неодинаковыми, исправить с помощью данной опции невозможно.

Noise reduction (Подавление шумов)

Данная опция является экспериментальной, и конкретные советы по её применению пока не разработаны.

После ознакомления с основными принципами работы разных методов, Вам предоставляется возможность выбора наиболее подходящего к конкретным условиям.



В окне подавления шумов представлены несколько методов борьбы с шумами.

Напротив окошек, соответствующих каждому из шести уровней вейвлетов, расположены движки, определяющие "пороговые значения" пикселей в уровнях.

Значения, меньшие пороговых, не используются для создания изображения (при нажатии кнопок **Preview** соответствующие места будут показаны чёрным цветом).

Галочки в окошках определяют, какие уровни будут участвовать в снижении шумов.

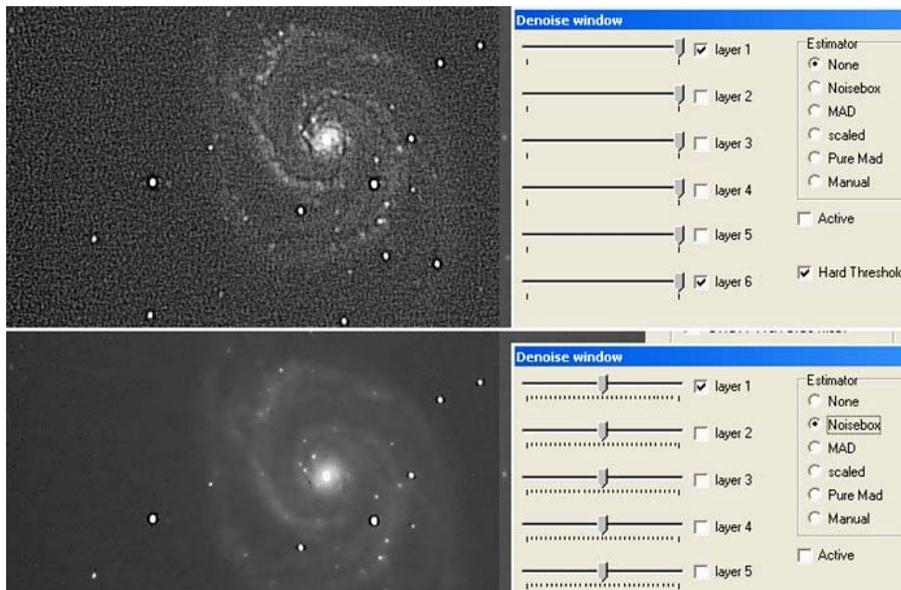
Для начала увеличьте значения вейвлетов в одном уровне (*не в данном окне, а в правой верхней части главной страницы!*).

Лучше всего для проверки выбрать самый "шумный" уровень – первый.

После этого задействуйте с помощью галочки соответствующее окошко для данного уровня в окне подавления шумов.

Теперь можно выбирать из нескольких методов – выбирайте их по очереди и смотрите, какое влияние их действие оказывает на изображение.

Выбрав наиболее подходящий, добейтесь нужного эффекта перемещением движка.



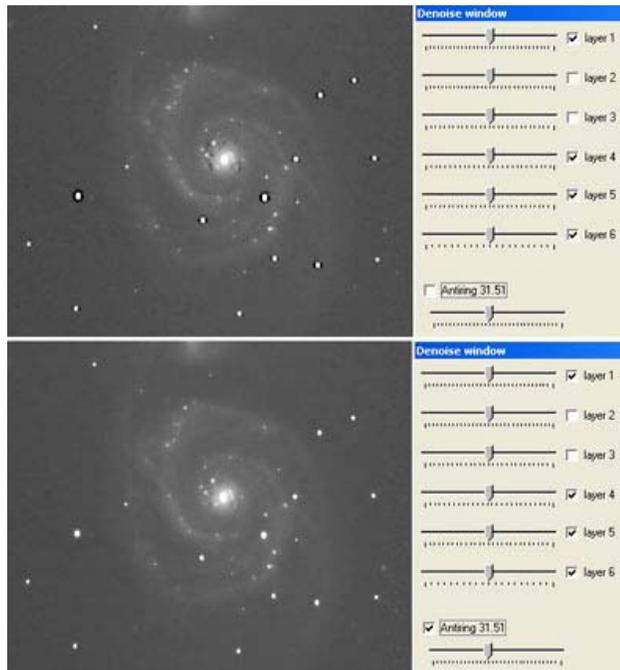
На приведенном рисунке сверху показан результат обработки вейвлетами 1 и 6 уровней – заметны сильные шумы. Внизу – та же фотография после подавления шумов в этих уровнях.

Обратите внимание на то, что вокруг изображений звёзд остаются резкие чёрные "кольца", намного более тёмные, чем окружающий их фон неба.

Бороться с этим явлением помогает следующая функция:

Anti-ring (Удаление "колец")

Окошко и движок этой опции расположены в правом нижнем углу окна **Noise Reduction**.



Если отметить окошко галочкой, то отфильтруются все значения ниже ноля. Зачастую это является лишним, поскольку желательно убрать только "кольца" вокруг звезд.

Для этого наведите курсор на самое "**нормально темное**" место фона и нажмите ПРАВУЮ клавишу мыши.

Программа расценит все пиксели, имеющие значения ниже, чем в данной точке, как принадлежащие к "кольцам" и заменит их на фоновые.

Движок позволяет менять этот уровень вручную.

Hold layer settings (Сохранить установки уровней):

Задействование этой функции позволяет сохранить установленные значения для вейвлетов даже после загрузки новой серии кадров или нового файла AVI.

LRGB:

Если эта функция была выбрана на этапах ввода или сложения кадров (**Stacking**), то на этом этапе появляется панель LRGB с движками для микширования. Теперь вместо того, чтобы работать с вейвлетами в каждом канале RGB отдельно (тем самым внося цветные артефакты), можно работать только с каналом освещенности **Luminance**.

Схему формирования этого канала Вы можете оставить стандартной - (**$L=0.29*R+0.60*G+0.11*B$**), или выбрать по своему усмотрению с помощью движков.

Если Вы хотите выбрать схему RRGB (обычную для изображений Марса), установите движки G и B в крайнее левое, а R - в крайнее правое положение. Теперь канал освещенности будет формироваться только на основе канала R.

Цвета в изображениях LRGB получаются прямым смешиванием каналов, полученных на этапе сложения кадров.

Если Вы работаете с кадрами в формате FITS и используете отдельный канал освещенности, но хотите задействовать микширование, то можете это сделать, убрав галочку в окошке "**use luminance fits**" (**использовать fits освещенности**).

Wavelet Scheme (Шкала вейвлетов)

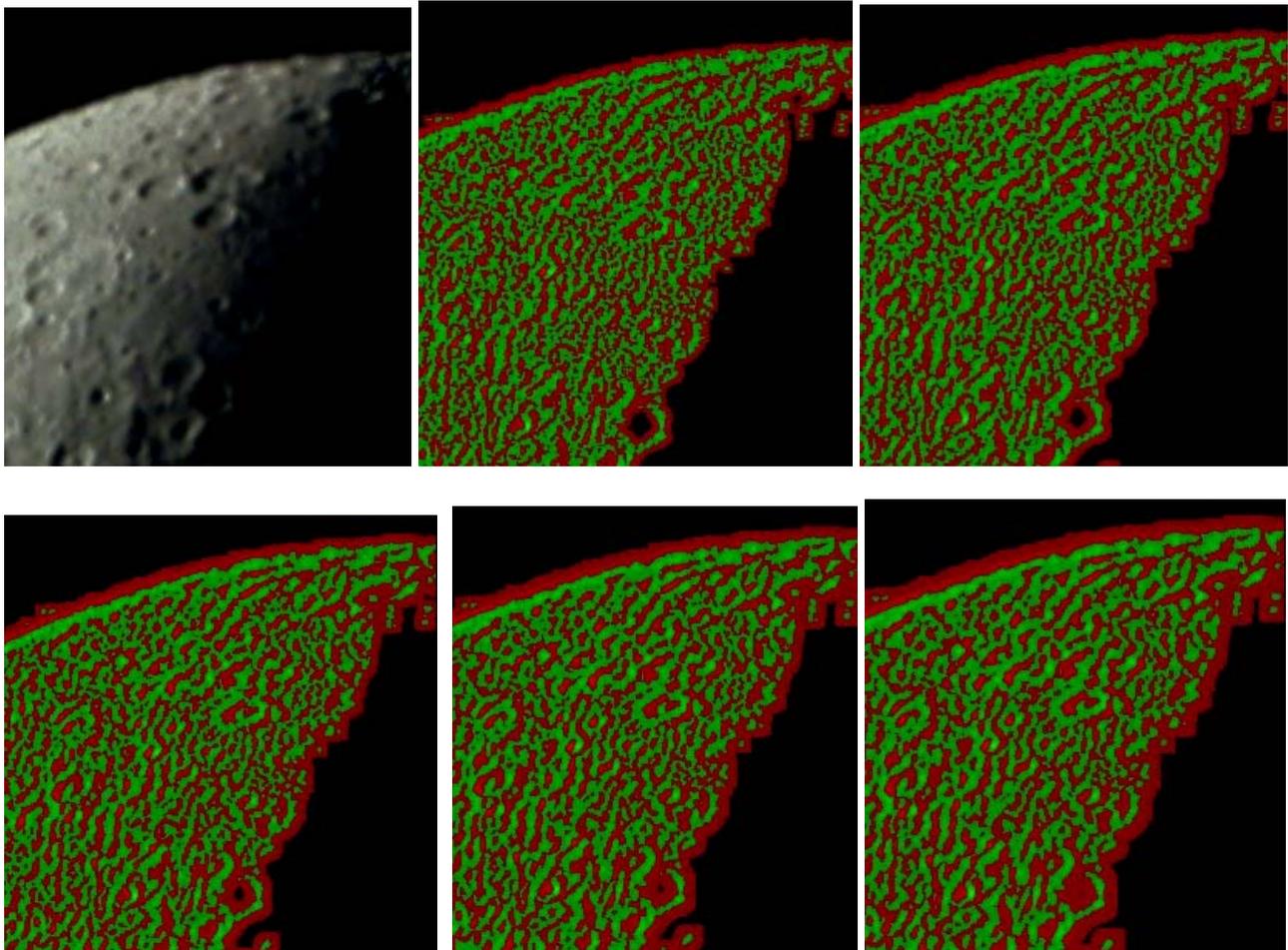
С помощью этой панели производится выбор масштаба уровней для работы с вейвлетами. Шкала **Dyadic (Двоичная)** означает, что будут использоваться стандартные значения для каждого уровня – шириной в 1,2,4,8,16 и 32 бита соответственно (используется очень редко).

Шкала **Linear (Линейная)** позволяет устанавливать значения для уровней различными способами. Значение в первом уровне устанавливается в окне **Initial**. Значение каждого последующего уровня увеличивается на величину, задаваемую в окне **Step (Шаг)**. Таким

образом, если в окнах установлены соответственно значения 1 и 0, то во всех уровнях будет установлено значение 1.

Если значения в окнах будут 1 и 1, то ширина в уровнях будет 1,2,3,4,5,6 бит соответственно. Эта ширина определяет размер в пикселах фильтра размытия, используемого для создания уровней. Небольшие значения полезны для мелкомасштабных изображений (небольшого размера и достаточно резких), а большие – для изображений более крупного размера со значительными по величине однородными деталями. Выбор "наилучших установок" зависит и от объекта съёмки, и от используемых инструментов (телескопа, окуляра и т.д.).

При нажатии на кнопку в колонке **Preview (Предпросмотр)** напротив движка каждого уровня, можно видеть, как в рабочей зоне те части изображения, которые будут в результате обработки усилены, окрашиваются в зелёный цвет, а те, что будут ослаблены – в красный. На рисунках приведены эти зоны, если во всех уровнях установлено значение 1.



Движками можно выбирать нужное значение для каждого уровня в диапазоне от –5 до 100 с интервалом в 0.1. Предварительная цветовая информация может быть полезной при оценке степени информативности того или иного уровня – если он выглядит очень шумным, то его можно не трогать, или вовсе отключить. Если функция **Auto-processing** включена, то изображение будет изменяться одновременно с перемещениями движка, в противном случае – только после них.

Инструменты тонкой обработки изображений:

Histogram and RGB (Гистограмма и RGB)

Этот инструмент позволяет использовать для повышения качества изображения непосредственное управление распределением сигналов по цветовым каналам. Рабочее окно инструмента появляется, если поставить галочку в соответствующем окошке в нижней части экрана.

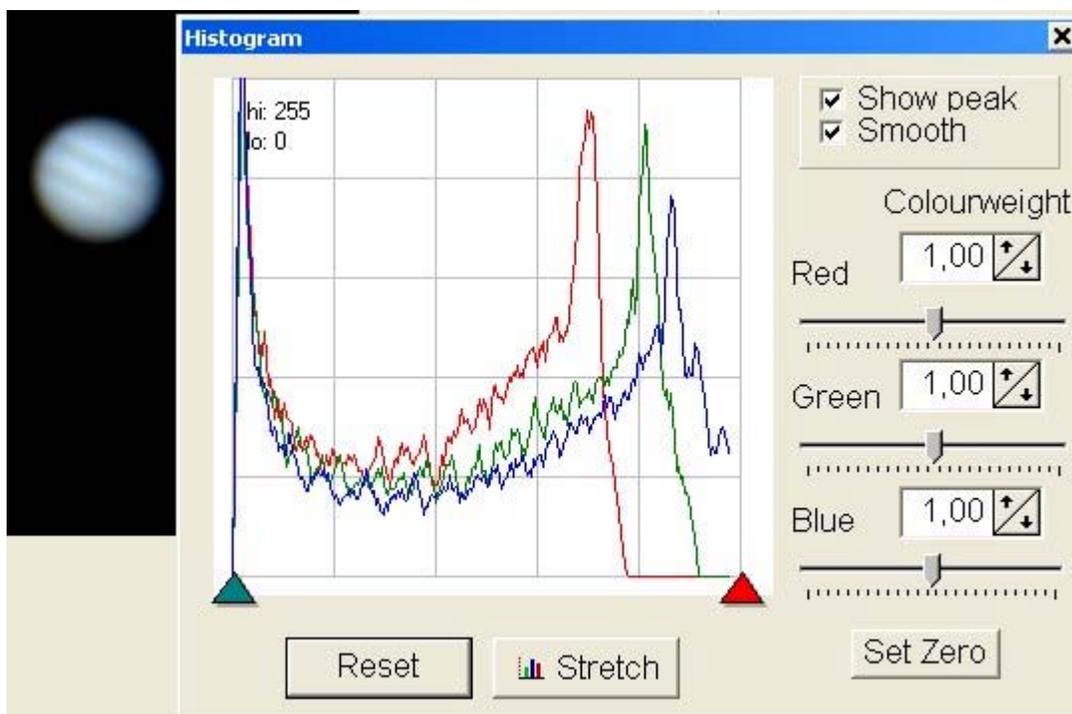
Вид графика определяется двумя окошками - **Show peak** (Показать пик) и **Smooth** (Сглаженный).

Первая опция показывает на графике самые высокие значения, а вторая – убирает скачки в распределении и показывает кривые более усредненными. Зеленый и красный треугольники в нижней части графика управляют растянутостью/сжатием графика.

Передвинув их вправо-влево, нажмите кнопку **Stretch** (Растянуть), и вид графика изменится. Кнопка **Reset** (Сброс) вернёт всё в первоначальное положение.

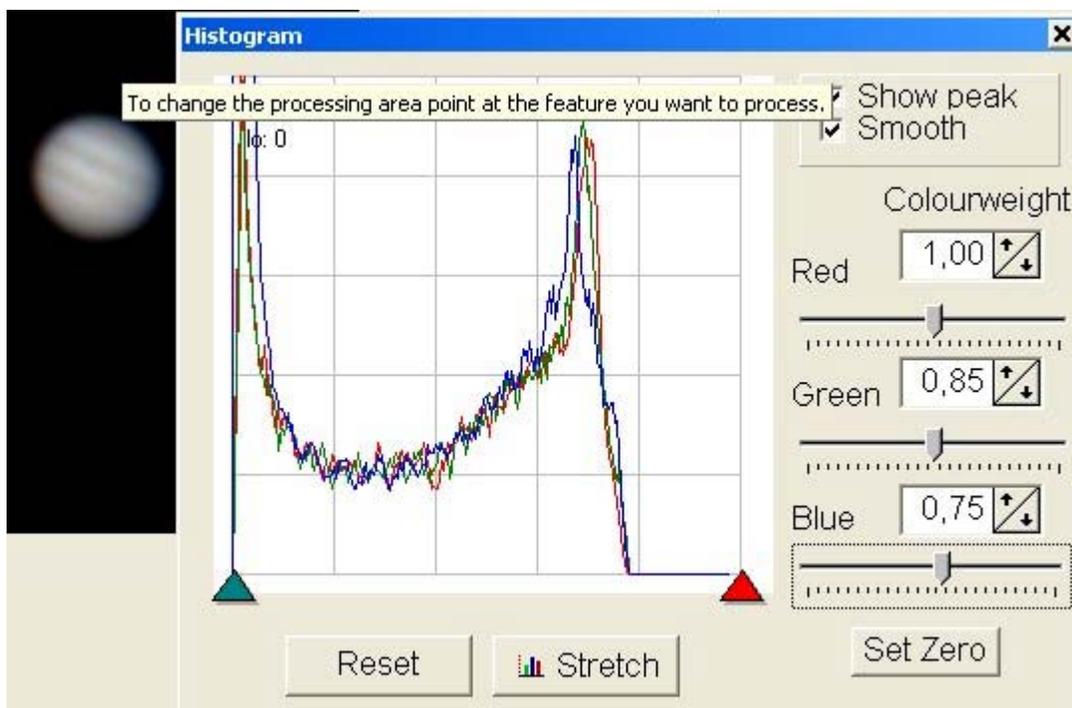
Кроме того, меняя значения в окошках **Colourweight** (Цветовые Веса) и перемещая движки напротив соответствующих цветовых каналов, можно выравнять цветовой баланс изображения, например, добиваясь того, чтобы пики каналов RGB совпадали.

Изменения в положении движков и значений весов вместе изменяют соотношение **контраст/яркость** для каждого отдельного канала.



Обратите внимание на рисунки – на первом показана гистограмма изображения, полученного непосредственно после стыковки кадров. Пики кривых для разных цветовых каналов не совпадают, кроме того, синий канал обрезан, то есть значения сигналов этого

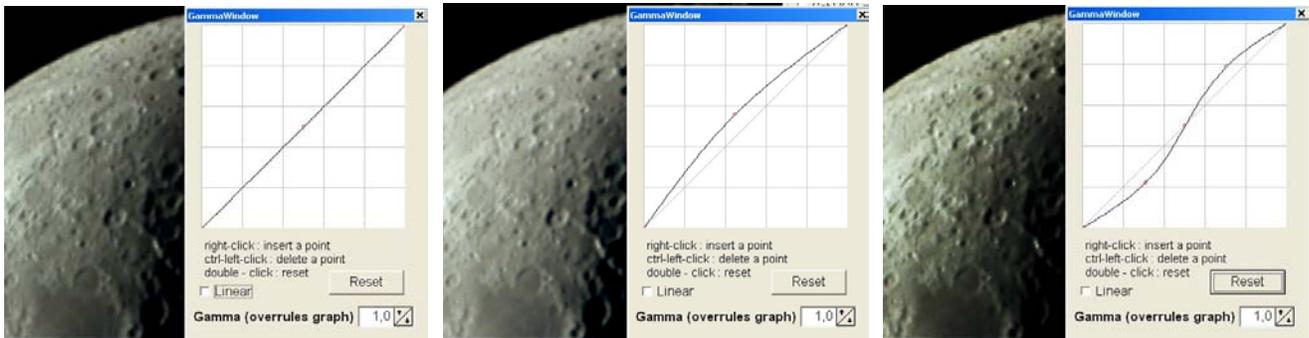
канала слишком завышены. На втором рисунке кривые для разных каналов в целом совпадают.



Хотелось бы отметить, что, как правило, на поверхности планет (за исключением разве что полярных шапок Марса) практически не бывает деталей чистого белого цвета, которому соответствует правая граница, отмеченная красным треугольником, поэтому график должен заканчиваться, не доходя до неё. Обычно нормальное распределение яркости бывает, когда кривые заканчиваются в районе 75-80-процентной зоны горизонтальной оси.

N.B. Эти изменения, а также настройки **Gamma Curve** и **Contrast/Brightness** рекомендуется производить именно в программе **Registax**, поскольку после сохранения результата другие графические программы, например, **Photoshop** или **Corel**, не смогут восстановить утерянную информацию.

Gamma Curve (Кривая Гаммы)



Эта опция действует так же, как и в других программах, предназначенных для обработки изображений – изменяет соотношение между исходным и результирующим сигналом.

Правой клавишей мыши можно задавать опорные точки (удалить их можно нажатием **Ctrl** и левой клавиши). Двойной щелчок или нажатие кнопки **Reset** приводят к восстановлению исходных параметров.

Коэффициент изменения можно менять в окошке с цифрами (по умолчанию установлено значение 1). Кроме того, можно переходить от плавного изменения кривой к ломаным линиям, установив галочку в окошке **Linear**.

Первую и последнюю опорные точки можно перемещать вверх-вниз.

Contrast/Brightness (Контраст/Яркость)

Эти движки работают аналогично подобным в других графических программах.

Reset (Сброс)

Возвращает все движки в первоначальное положение (1 – для уровней, 100 – для контраста, 0 – для яркости).

Resize (Изменение размера)

Нажатие этой кнопки открывает окно **Resize**, в котором можно задать желаемый размер и способ трансформации изображения – выбрать фильтр.

Самый простой способ изменения размера – навести курсор на угол окна и тащить его по диагонали. Можно также выбрать один из запрограммированных размеров - **25,50,75,100,150** или **200%**.

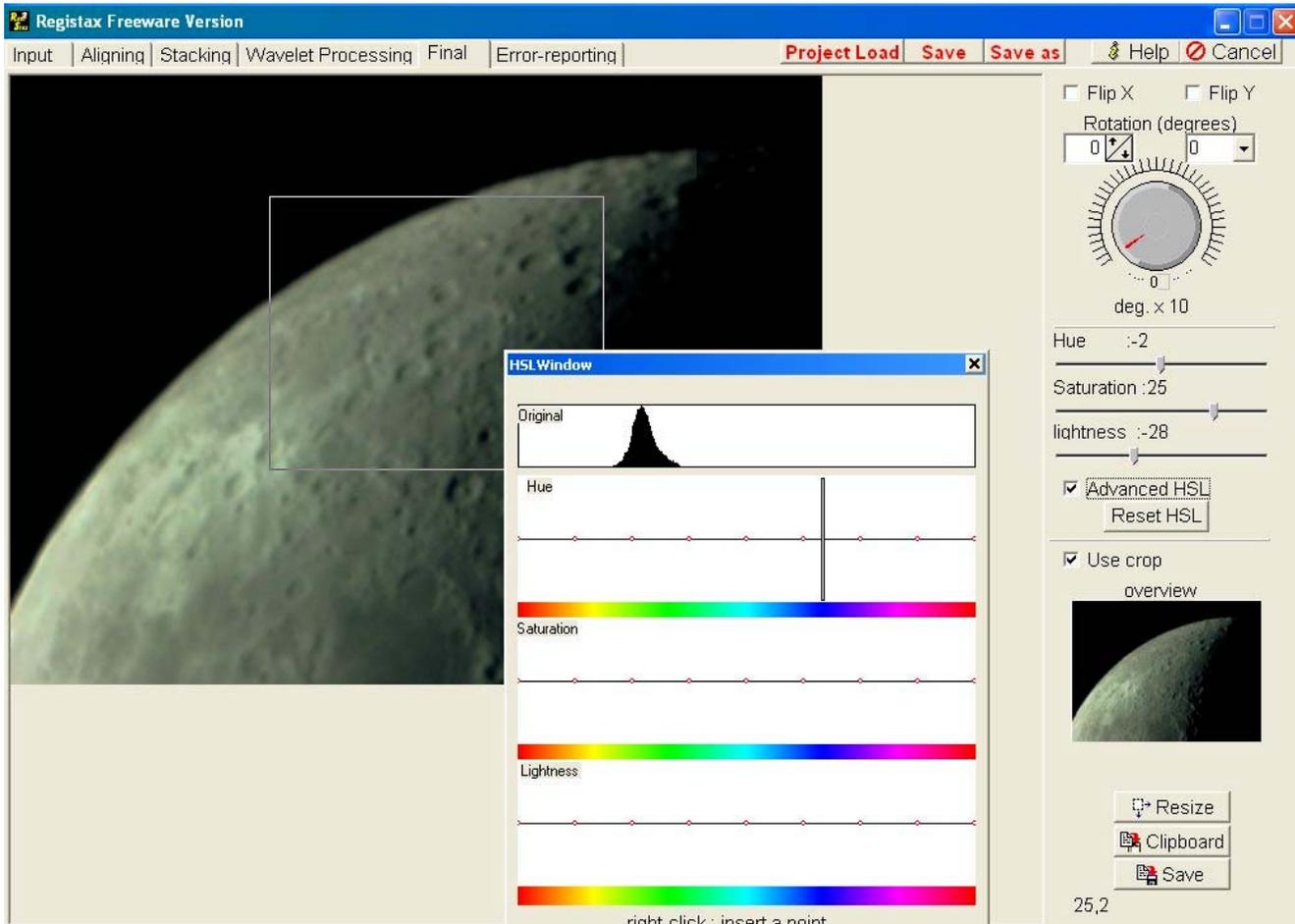
Process (Обработка)

Если функция автоматической обработки **auto-processing** отключена, то обработку можно произвести нажатием на эту кнопку.

Save (Сохранение)

На этой стадии можно сохранить полученный результат в формате **BMP/JPEG, FITS** (16 бит) и **TIFF** (48бит), или перейти для окончательной "доводки" полученного результата (вращение, работа с цветом и т.п.) на страницу **Final**.

Final (Окончательная обработка)



Основные опции:

Flip X and FlipY (Вертикальное и Горизонтальное отражение):

Ранее эти опции находились на странице работы с вейвлетами. Зеркально отражают изображение относительно осей X и Y.

Rotate (Вращение):

Вращать изображение можно с помощью набора из трёх опций (**если часть изображения выходит за границы кадра, она будет обрезана!**).

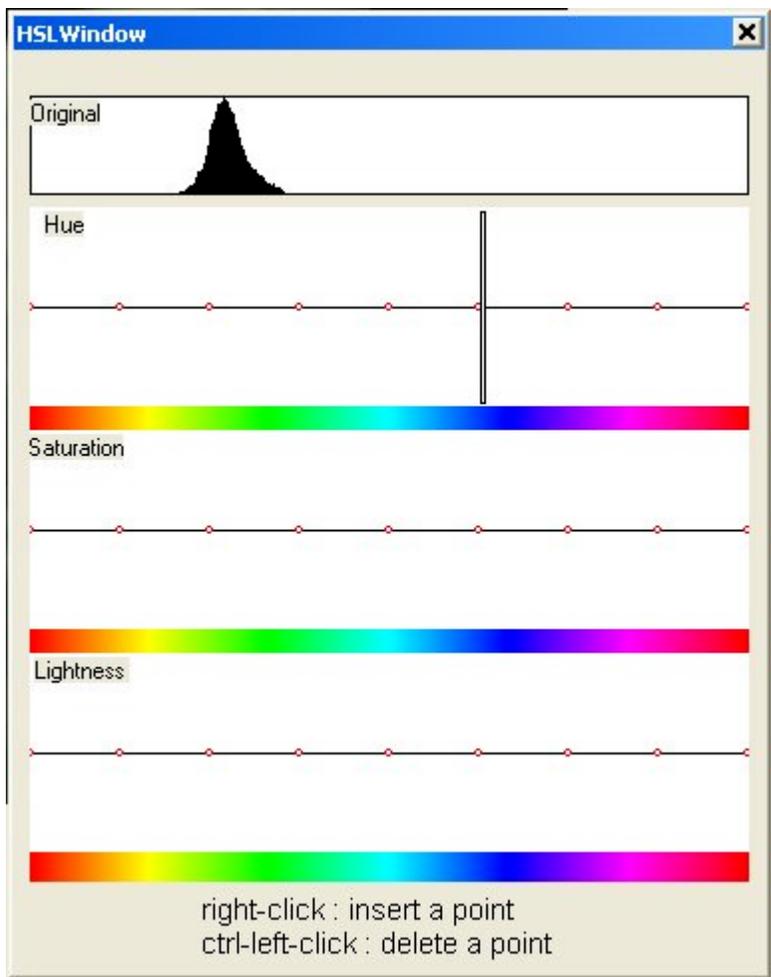
Угол поворота изображения (с шагом в 1 градус) можно задавать с помощью цифровых значений в левом окошке. Кроме того, справа имеется раскрывающееся окошко, в котором углы поворота заданы с шагом в 15 градусов, и, наконец, можно воспользоваться круглой ручкой, в которой угол поворота имеет шаг 10 градусов.

И.В. Опция Advanced HSL не работает после поворота изображения, поэтому применяйте его только в самом конце обработки.

Hue/Saturation/Lightness (Тон/Насыщенность/Яркость):

Эти опции позволяют вносить довольно деликатные поправки в изображение: **Тон** изменяет общую цветопередачу, **Насыщенность** – глубину цвета, а **Яркость** – практически идентична изменению освещенности.

Advanced HSL (Усовершенствованное управление Тонем/ Насыщенностью/ Яркостью):



Данная опция позволяет вносить изменения в отдельных цветовых диапазонах изображения. Например, можно усилить насыщенность только в красно-оранжевом участке спектра. Или можно снизить яркость голубоватых частей изображения, чтобы они не так бросались в глаза. Инструмент схож с окном **Gamma** и позволяет вводить и удалять опорные точки-маячки.

Начиная с версии 2.1, наведение курсора мыши на выбранную точку изображения показывает в окне опции её тон. Это помогает определить цветовой диапазон, в котором необходимы корректировки. В верхней части окна показана гистограмма распределения различных тонов. Она показывает их распределение в изображении, поступающем на эту стадию обработки, и в дальнейшем не изменяется.

Cropping (Кадрирование)

Наведите курсор на изображение. Появится надпись: **To crop the image, draw a rectangle (Для кадрирования нарисуйте четырехугольник)**.

Выделив мышью четырехугольную зону на снимке, захватывающую интересующий Вас объект, Вы можете обрезать снимок по границам этой зоны. После этого в буфер обмена и для сохранения снимка будут поступать данные только из этой зоны, если не убрать галочку в появляющемся при этом окошке **Use crop (Кадрировать)**.

Учтите, что это кадрирование **не сохранится после вращения** изображения, поэтому сначала поверните изображение на нужный Вам угол, а потом кадрируйте.

При этом внизу страницы, под кнопкой **Save**, появятся цифры – координаты верхнего левого угла границ нового кадра.

Overview (Общий вид)

Данная опция работает аналогично Навигатору в Photoshop.

Она очень полезна при работе с большими изображениями, поскольку позволяет определить ту часть изображения, с которой Вы работаете в данный момент.

Resize (Изменение размеров)

Дублирует такую же опцию на предыдущей странице.

Clipboard (Буфер обмена)

Копирует изображение (или скадрированную его часть) в буфер обмена.

Save (Сохранить)

Стандартная кнопка сохранения в нескольких форматах, включая 16-битные FITS (3 отдельных файла для каждого цвета) и 48-битные TIFF.

*Советы по работе с программой –
Перевод с дополнениями и комментариями –
Фотографии –*

*Carsten ARNHOLM
Александр АЛЕКСИН
Александр АЛЕКСИН. Сергей ЗИНЧЕНКО*